

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 1 9 9 1 2 4

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int. Cl.[°]

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 27/64

15/16

G 0 3 B 5/00

F

5/06

審査請求 未請求 請求項の数 7

F D

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 3 5 3 4 5 6

(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 鈴木 憲三郎

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会

社ニコン大井製作所内

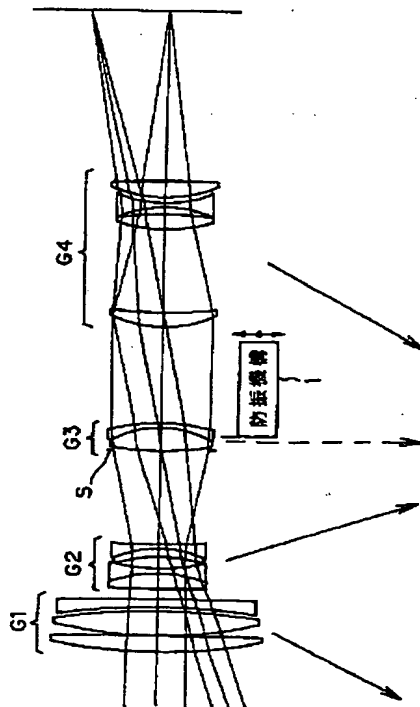
(74) 代理人 弁理士 山口 孝雄

(54) 【発明の名称】 防振機能を備えたズームレンズ

(57) 【要約】

【目的】 防振機能を備え且つ小型で高性能な写真用やビデオ用ズームレンズを提供すること。

【構成】 本発明の防振機能を備えたズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とを備え、広角端から望遠端への変倍時には、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔は増大し、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は減少し、前記第3レンズ群G3と前記第4レンズ群G4との間隔は変化するズームレンズにおいて、前記第3レンズ群G3の全体を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振するための変位手段を備え、 $0.2 < f3 / (fW \cdot fT)^{1/2} < 2$ の条件を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群とを備え、

広角端から望遠端への変倍時には、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔は増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔は減少し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔は変化するズームレンズにおいて、

前記第 3 レンズ群の全体を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振するための変位手段を備え、

広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離を f_W とし、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離を f_T とし、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、 $0.2 < f_3 / (f_W \cdot f_T)^{1/2} < 2$ の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 前記第 3 レンズ群は、変倍中光軸に沿って固定であることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とし、前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、 $0.4 < f_3 / f_4 < 1.2$ の条件を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とし、防振時における前記第 3 レンズ群の光軸直交方向の最大変位量の大きさを ΔS_3 とし、前記第 3 レンズ群の最も物体側の面の曲率半径を R_{31} とし、前記第 3 レンズ群の光軸上の厚さを L としたとき、 $\Delta S_3 / f_3 < 0.1$

$$0.2 < R_{31} / f_3 < 2$$

$$L / f_3 < 0.4$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】 前記第 3 レンズ群の最も物体側の正レンズの屈折率を N_+ とし、前記第 3 レンズ群の最も物体側の正レンズのアッベ数を ν_+ としたとき、

$$1.52 < N_+$$

$$45 < \nu_+$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第 3 レンズ群の最も物体側の正レンズのシェイプファクターを q_+ とし、防振時における前記第 3 レンズ群の光軸直交方向の最大変位量の大きさを ΔS_3 とし、前記第 3 レンズ群中の最も物体側の面の有効径を D としたとき、 $0.15 < |f_2| / f_1 < 0.5$

$$-1 < q_+ < 1$$

$$\Delta S_3 / D < 0.1$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 3 レンズ群が防振のために光軸とほぼ直交する方向に移動する際に不要な光線を遮蔽するための固定のフレア絞りを光軸上に備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は防振機能を備えたズームレンズに関し、さらに詳細には、写真用レンズ、ビデオ用ズームレンズ等の防振方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の防振機能を備えたズームレンズには、特開平 1-189621 号公報や特開平 1-191113 号公報に示すように、2 群以上のレンズ群で構成されるズームレンズの任意のレンズ群を光軸とほぼ直交する方向に移動させて、手振れ等に起因する像位置の変動を補正するものがあつた。また、特開平 1-284823 号公報に示すように、ズーミング（変倍）の際に固定された第 1 レンズ群中の一部のレンズ群を光軸とほぼ直交する方向に移動させて、手振れ等に起因する像位置の変動を補正するものがあつた。なお、本明細書において、レンズ群を光軸とほぼ直交する方向に移動させて手振れ等に起因する像位置の変動を補正することを「防振」という。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のような従来の技術では、一眼レフ用やビデオ用に十分なバックフォーカスを確保することができず、且つ大きなズーム比を実現することができないため、写真用やビデオ用レンズに不適であるという不都合があつた。また、ズーミング（変倍）の際の可動レンズ群やズームレンズの構成レンズ群中で最も大型のレンズ群で防振を行うため、機構的に大型化し複雑化するという不都合があつた。本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、防振機能を備え且つ小型で高性能な写真用やビデオ用ズームレンズを提供することを目的とする。

40 【0004】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明においては、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G_1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G_2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G_3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G_4 とを備え、広角端から望遠端への変倍時には、前記第 1 レンズ群 G_1 と前記第 2 レンズ群 G_2 との間隔は増大し、前記第 2 レンズ群 G_2 と前記第 3 レンズ群 G_3 との間隔は減少し、前記第 3 レンズ群 G_3 と前記第 4 レンズ群 G_4 との間隔は変化するズームレンズにおいて、前記第 3 レンズ群 G_3

3の全体を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振するための変位手段を備え、広角端におけるレンズ全系の焦点距離を f_W とし、望遠端におけるレンズ全系の焦点距離を f_T とし、前記第3レンズ群G3の焦点距離を f_3 としたとき、

$$0.2 < f_3 / (f_W \cdot f_T)^{1/2} < 2$$

の条件を満足することを特徴とするズームレンズを提供する。

【0005】本発明の好ましい態様によれば、前記第3レンズ群G3の焦点距離を f_3 とし、前記第4レンズ群G4の焦点距離を f_4 としたとき、

$$0.4 < f_3 / f_4 < 1.2$$

の条件を満足する。また、前記第3レンズ群G3は、変倍中光軸に沿って固定であり、前記第3レンズ群G3が防振のために光軸とほぼ直交する方向に移動する際に不用な光線を遮蔽するための固定のフレア絞りを光軸上に備えているのが好ましい。

【0006】

【作用】本発明のズームレンズでは、写真用やビデオ用のズームレンズに適するように、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とを備え、広角端から望遠端への変倍時には、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔は増大し、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は減少し、前記第3レンズ群G3と前記第4レンズ群G4との間隔は変化する構成を採用している。

【0007】上記の構成を有するズームレンズの特徴として、

①各焦点距離において良好な結像性能が得られること、および

②第2レンズ群G2、第3レンズ群G3および第4レンズ群G4が変倍に寄与することができるため高倍率化が*

$$0.2 < f_3 / (f_W \cdot f_T)^{1/2} < 2 \quad (1)$$

ここで、

f_W : 広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離

f_T : 望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離

f_3 : 第3レンズ群G3の焦点距離

【0012】条件式(1)は、ズームレンズの広角端における焦点距離 f_W 、望遠端における焦点距離 f_T および第3レンズ群G3の焦点距離 f_3 に関して、適切な範囲を定めたものである。条件式(1)の下限値を下回ると、バックフォーカスが短くなりすぎて十分なバックフォーカスを確保することが困難になる。また、望遠端における球面収差が負側に過大となり、変倍時においてコ※

$$0.4 < f_3 / f_4 < 1.2 \quad (2)$$

ここで、

f_3 : 第3レンズ群G3の焦点距離

f_4 : 第4レンズ群G4の焦点距離

*可能であること、が挙げられる。このような優れた特性により、上記構成を有するズームレンズは、写真用やビデオ用のズームレンズとして広く用いられている。本発明は、このタイプのズームレンズに関して、良好な結像性能を確保しながら防振するための最適な条件を見出したものである。

【0008】一般的に、正レンズ群が先行するズームレンズでは、最も物体側の第1レンズ群G1が最も大型のレンズ群であり、フォーカシング時に物体側に繰り出されることが多い。このため、防振のために光軸直交方向に変位する補正光学系として第1レンズ群G1を選択すると、保持機構および駆動機構の大型化・複雑化を招き好ましくない。したがって、本発明のズームレンズにおいても、第1レンズ群G1を防振補正光学系にするのは好ましくない。

【0009】また、本発明の構成を有するズームレンズでは、第4レンズ群G4のように全長(最も物体側の面から最も像側の面までの光軸に沿った距離)の長いレンズ群を防振補正光学系にすると、保持機構および駆動機構の大型化・複雑化を招く。したがって、本発明のズームレンズにおいても、第4レンズ群G4を防振補正光学系にするのは好ましくない。一方、本発明の構成を有するズームレンズでは、第3レンズ群G3のレンズ構成は比較的簡素であり、変倍時における第3レンズ群G3の光軸方向移動量を少なくすることも、さらには変倍中固定にすることもさえも可能である。

【0010】そこで、本発明においては、レンズ系全体の機構(保持機構および駆動機構)の簡素化および防振時における良好な結像性能の確保のために、防振を行うための変位手段を第3レンズ群G3に設けた。すなわち、前記第3レンズ群G3の全群を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振する。

【0011】本発明では、上記構成に加えて、以下の条件式(1)を満足する。

※マ収差の変動も大きくなるので、不都合である。逆に、条件式(1)の上限値を上回ると、第3レンズ群G3の焦点距離 f_3 が大きくなりすぎて、望遠端における球面収差が正側に過大となる傾向になり、且つレンズ全長が長くなりすぎてコンパクト化に反するので不都合である。なお、条件式(1)の上限値を1.3以下にし、下限値を0.4以上にするにより、さらに良好な結像性能を得ることができる。

【0013】さらに良好な結像性能を得るために、上述の条件に加えて次の条件式(2)を満足するのが望ましい。

【0014】条件式(2)は、第3レンズ群G3の焦点距離 f_3 と第4レンズ群G4の焦点距離 f_4 との適切な屈折力の割合を規定している。条件式(2)の下限値を

下回ると、望遠端における球面収差が負側に過大となり易く、また全長が長くなりコンパクト化に向かない。加えて、ペッツバル和が正側に過大となり易くなるため、非点隔差および像面の曲がりが大きくなり、良好な結像性能は得られない。

【0015】逆に、条件式(2)の上限値を上回ると、望遠端における球面収差が負側に過大となり易く、変倍時のコマ収差の変動が大きくなり、望遠端における歪曲*

$$\Delta S3 / f3 < 0.1 \quad (3)$$

$$0.2 < R31 / f3 < 2 \quad (4)$$

$$L / f3 < 0.4 \quad (5)$$

ここで、

$\Delta S3$: 防振時における第3レンズ群G3の光軸直交方向の最大変位量の大きさ

$R31$: 第3レンズ群G3の最も物体側の面の曲率半径

L : 第3レンズ群G3の光軸上の厚さ

なお、レンズ面が非球面の場合には、 $R31$ は基準の曲率半径の値である。

【0017】条件式(3)は、防振時における第3レンズ群G3の最大変位量の大きさと第3レンズ群G3の焦点距離 $f3$ との比について、適切な範囲を定めている。条件式(3)の上限値を上回ると、第3レンズ群G3の最大変位量の大きさが大きくなりすぎて、防振時における収差変動量が大きくなり、不都合である。特に、像面上の周辺位置における、メリディオナル方向の最良像面とサジタル方向の最良像面との光軸方向の差が広がり、不都合である。加えて、機構的にも複雑になるため、好ましくない。

【0018】条件式(4)は、第3レンズ群G3の最も*

$$1.52 < N+ \quad (6)$$

$$4.5 < v+ \quad (7)$$

ここで、

$N+$: 第3レンズ群G3の最も物体側の正レンズの屈折率

$v+$: 第3レンズ群G3の最も物体側の正レンズのアッベ数

【0021】条件式(6)の下限値を下回ると、望遠端において球面収差が負に過大となりやすく不都合である。★

$$0.15 < |f2| / f1 < 0.5 \quad (8)$$

$$-1 < q+ < 1 \quad (9)$$

$$\Delta S3 / D < 0.1 \quad (10)$$

ここで、

$f1$: 第1レンズ群G1の焦点距離

$f2$: 第2レンズ群G2の焦点距離

$q+$: 第3レンズ群G3中の最も物体側の正レンズのシェイプファクター

D : 第3レンズ群G3中の最も物体側の面の有効径 ☆

$$q = (R2 + R1) / (R2 - R1) \quad (a)$$

【0024】条件式(8)は、第2レンズ群G2の焦点距離と第1レンズ群G1の焦点距離との比について、適

*が正側に過大になりやすくなるので不都合である。なお、条件式(2)の上限値を1.0以下にし、下限値を0.6以上にすることにより、さらに良好な結像性能を得ることができる。

【0016】さらに良好な結像性能を得るために、上述の諸条件に加えて以下の条件式(3)乃至(5)を満足するのが望ましい。

※物体側の面の曲率半径と第3レンズ群G3の焦点距離 $f3$ との比について、適切な範囲を規定している。条件式(4)式の範囲(上限値および下限値で規定される)を逸脱すると、望遠端における球面収差が負に過大となり易く、変倍時においてコマ収差の変動が大きくなり好ましくない。また、防振時においても、良好な結像性能が得られなくなるので不都合である。なお、条件式(4)の上限値を1.3下にし、下限値を0.7以上にすることにより、さらに良好な結像性能を得ることができる。

【0019】条件式(5)は、第3レンズ群G3の光軸上の厚さと第3レンズ群G3の焦点距離 $f3$ との比について、適切な範囲を規定している。条件式(5)の上限値を上回ると、防振レンズ群である第3レンズ群G3の軸上厚さが大きくなり過ぎて、防振のための機構が大型化・複雑化するため不都合である。

【0020】実際に第3レンズ群G3を構成する際は、前述の諸条件に加えて、以下の条件式(6)および(7)を満たすことが望ましい。

★る。また、ペッツバル和も正側に変移しやすくなるため、不都合である。一方、条件式(7)の下限値を下回ると、変倍時に軸上色収差の変動が過大となって、良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0022】さらに良好な結像性能を得るためには、上述の諸条件に加えて、以下の条件式(8)乃至(10)を満足するのが望ましい。

☆ (直径)

【0023】なお、シェイプファクター q は、レンズの最も物体側の面の曲率半径を $R1$ とし、レンズの最も像側の面の曲率半径を $R2$ とすると、次式(a)で定義される。

適切な範囲を規定している。条件式(8)の上限値を上回ると、望遠端における球面収差が負方向に甚大となるば

かりでなく、変倍時においてコマ収差変動が過大となつて、不都合である。また、ベッツバール和が正側に変移しやすくなり好ましくない。逆に、条件式(8)の下限値を下回ると、広角端における非点隔差が大きくなり、広角端および望遠端における歪曲収差が負方向に大きく移動し、ベッツバール和が負側に変移しやすくなるので不都合である。また、望遠端において球面収差が正方向に甚大となり不都合である。

【0025】条件式(9)は、第3レンズ群G3中の最も物体側の正レンズのシェイプファクターについて、適切な範囲を規定している。条件式(9)の範囲を逸脱すると、広角端および望遠端のいずれの場合においても、球面収差が負に過大となりやすく、不都合である。また、変倍時において、主光線より上側の光線のコマ収差の変動が過大となつて、不都合である。

【0026】条件式(10)は、防振時における第3レンズ群G3の光軸直交方向の最大変位量の大きさ $\Delta S3$ と第3レンズ群G3の最も物体側の面の有効径Dとの割合に関する適切な条件である。条件式(10)の上限値を上回ると、防振時における光軸直交方向の最大変位量の大きさが有効径に対して大きくなり過ぎ、防振時において迷光が混入しやすくなるため、不都合である。ちなみに、光軸上に固定のフレア絞りを設けることにより、上記迷光の混入を軽減することができる。

【0027】なお、上述のように、開口絞りとは別に光軸上に固定のフレア絞りを設ければ、防振のため光軸を横切ってレンズ群が変位する際に不要な光線を遮蔽することができ、ゴーストの発生や不要な露光を未然に回避することができる。また、第3レンズ群G3を1枚(貼合わせレンズを含む)のレンズ構成にする場合、両凸レンズ形状とすることが望ましい。

【0028】さらにまた、第3レンズ群G3を正レンズと負レンズとの接合レンズで構成にする場合、その接合面は、像側に凸面を向けた発散性の面とするのが好ましい。また、後述の第2実施例に示すように、第3レンズ群G3中に非球面を用いることにより、変倍時および防振時においてさらに結像性能を向上させることが可能であるばかりでなく、防振レンズ群である第3レンズ群G3の小型化および軽量化にも有効である。

【0029】さらに、機構を簡素化するために、第3レンズ群G3を変倍中固定とするのが望ましい。また、画面中心と画面中心との間で画質の変化をつけることなく防振することができるように、開口絞りは第3レンズ群G3の近傍に配置するのが望ましい。さらに、第4レンズ群G4を光軸に沿って移動させることにより、リアフォーカシングを行うことも可能である。

【0030】

【実施例】本発明による防振機能を備えたズームレンズ*

| | r | d | v | n(D) | n(G) |
|---|----------|--------|-------|---------|---------|
| 1 | 137.3059 | 4.9000 | 70.41 | 1.48749 | 1.49593 |

*は各実施例において、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とを備え、広角端から望遠端への変倍時には、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔は増大し、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は減少し、前記第3レンズ群G3と前記第4レンズ群G4との間隔は変化するように構成されている。

【0031】以下、本発明の各実施例を、添付図面に基づいて説明する。

【実施例1】図1は、本発明の第1実施例にかかるズームレンズの構成を示す図である。図示のズームレンズは、物体側より順に、物体側に凸面を向けた平凸レンズ、両凸レンズ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズ群G1と、両凸レンズと両凹レンズとの貼合わせレンズおよび物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと両凹レンズとの貼合わせレンズからなる第2レンズ群G2と、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの貼合わせレンズからなる第3レンズ群G3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、両凸レンズ、両凹レンズおよび両凸レンズからなる第4レンズ群G4とから構成されている。なお、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間であつて第3レンズ群G3の近傍には、図示のように開口絞りSが設けられている。

【0032】図1は、広角端における各レンズ群の位置関係を示しており、望遠端への変倍時には図中矢印で示すズーム軌道に沿って光軸上を移動する。ただし、第3レンズ群G3は変倍動作中光軸に沿って固定であり、変位手段である防振機構1によって光軸とほぼ直交する方向に適宜移動され、ズームレンズの振動に起因する像の揺れが補正されるようになっている。実施例1は、本発明を写真用の望遠ズームレンズに適用したものである。

【0033】次の表(1)に、本発明の実施例1の諸元の値を掲げる。表(1)において、fは焦点距離を、F_{NO}はFナンバーを、2 ω は画角を、Bfはバックフォーカスを表す。さらに、左端の数字は物体側からの各レンズ面の順序を、rは各レンズ面の曲率半径を、dは各レンズ面間隔を、n(D)およびvはd線($\lambda=587.6\text{nm}$)に対する屈折率およびアッペ数を示している。また、n(G)はg線($\lambda=435.8\text{nm}$)に対する屈折率を示している。

【0034】

【表1】f=72.17~290.05

F_{NO}=4.17~5.66

2 ω =34.16°~8.38°

9

10

| | | | | | |
|----|------------|----------|-------|---------|---------|
| 2 | ∞ | 0.1000 | | | |
| 3 | 110.7182 | 7.9300 | 82.52 | 1.49782 | 1.50527 |
| 4 | -152.3206 | 0.9800 | | | |
| 5 | -164.7363 | 2.5000 | 25.35 | 1.80518 | 1.84725 |
| 6 | -1185.6190 | (d6= 可変) | | | |
| 7 | 530.3661 | 4.8300 | 25.35 | 1.80518 | 1.84725 |
| 8 | -35.4781 | 1.5000 | 55.60 | 1.69680 | 1.71232 |
| 9 | 49.9005 | 3.4500 | | | |
| 10 | -43.1901 | 2.6600 | 29.46 | 1.71736 | 1.74922 |
| 11 | -30.1353 | 1.5000 | 49.68 | 1.77250 | 1.79193 |
| 12 | 212.1666 | (d12=可変) | | | |
| 13 | 94.3757 | 6.9700 | 61.09 | 1.58913 | 1.60103 |
| 14 | -27.0236 | 1.5000 | 25.35 | 1.80518 | 1.84725 |
| 15 | -55.2273 | (d15=可変) | | | |
| 16 | 30.4010 | 4.9300 | 82.52 | 1.49782 | 1.50527 |
| 17 | 166.5003 | 26.6100 | | | |
| 18 | 47.7833 | 4.3000 | 35.51 | 1.59507 | 1.61684 |
| 19 | -99.0920 | 1.8900 | | | |
| 20 | -31.8820 | 1.5000 | 37.20 | 1.83400 | 1.86275 |
| 21 | 31.8903 | 1.8600 | | | |
| 22 | 36.2400 | 5.2500 | 32.17 | 1.67270 | 1.69990 |
| 23 | -261.8493 | (B f) | | | |

(変倍における可変間隔)

| | | |
|-----|----------|-----------|
| f | 72.16569 | 290.04827 |
| d6 | 3.34305 | 58.70305 |
| d12 | 29.81407 | 3.00407 |
| d15 | 30.25171 | 1.69171 |
| B f | 53.0155 | 81.5938 |

(条件対応値)

| | |
|-------|---------|
| f W = | 72.17 |
| f T = | 290.05 |
| f 1 = | 140.000 |
| f 2 = | -31.047 |
| f 3 = | 78.957 |
| f 4 = | 111.709 |

* R31= 94.3757

L = 8.47

D = 27.0

$$(1) f3 / (fW \cdot fT)^{1/2} = 0.546$$

$$(2) f3 / f4 = 0.707$$

$$(3) \Delta S3 / f3 = 0.0076$$

$$(4) R31 / f3 = 1.1953$$

$$(5) L / f3 = 0.107$$

$$(6) N+ = 1.58913$$

$$(7) v+ = 61.09$$

$$(8) |f2| / f1 = 0.222$$

$$(9) q+ = -0.555$$

$$* (10) \Delta S3 / D = 0.0222$$

(防振データ)

広角端

望遠端

第3レンズ群の光軸

直交方向の移動量 (mm)

0.30

0.60 (=ΔS3)

像の移動量 (mm)

0.435

1.165

【0035】図2および図3は、それぞれ広角端における諸収差図および望遠端における諸収差図である。各収差図において、F_{NO}はFナンバーを、Yは像高を、Dはd線 (λ=587.6nm) を、Gはg線 (λ=435.8nm) をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。各収差図から明らかに、本実施例では、防振時も含めて諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0036】〔実施例2〕図4は、本発明の第2実施例

にかかるズームレンズの構成を示す図である。図示のズームレンズは、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの貼合わせレンズおよび物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第1レンズ群G1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズおよび物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第2レンズ群G2と、両凸レンズからなる第3レンズ群G3と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズおよび平行平板からなる第4レンズ群G4とから構成されている。なお、第

2 レンズ群G 2 と第3 レンズ群G 3 との間であって第3 レンズ群G 3 の近傍には、図示のように開口絞りS が設けられている。

【0037】図4は、広角端における各レンズ群の位置関係を示しており、望遠端への変倍時には図中矢印で示すズーム軌道に沿って光軸上を移動する。ただし、第1 レンズ群G 1 および第3 レンズ群G 3 は変倍動作中光軸に沿って固定である。そして、第3 レンズ群G 3 が変位手段である防振機構1によって光軸とほぼ直交する方向に適宜移動され、ズームレンズの振動に起因する像の揺れが補正されるようになっている。実施例2は、本発明をビデオ用ズームレンズに適用したものである。

【0038】次の表(2)に、本発明の実施例2の諸元*

$$S(y) = (y^2/R) / [1 + (1 - k \cdot y^2/R^2)^{1/2}] + C_2 \cdot y^2 + C_4 \cdot y^4 + C_6 \cdot y^6 + C_8 \cdot y^8 + C_{10} \cdot y^{10} + \dots \quad (b)$$

また、非球面の近軸曲率半径rは、次の数式(c)で定※

$$r = 1 / (2 \cdot C_2 + 1/R) \quad (c)$$

実施例の諸元表中の非球面には、面番号の右に*印を付している

【0040】

★【表2】f=4.98~37.56

20 F_{NO}=2.73~2.73

★ 2ω=64.52°~9.02°

| | r | d | v | n(D) | n(G) |
|-----|-----------|----------|-------|---------|---------|
| 1 | 33.6752 | 1.0185 | 25.43 | 1.80518 | 1.84706 |
| 2 | 17.2554 | 5.6480 | 60.68 | 1.60311 | 1.61539 |
| 3 | -471.2888 | 0.1850 | | | |
| 4 | 14.6464 | 2.9630 | 55.48 | 1.69680 | 1.71234 |
| 5 | 40.4165 | (d5= 可変) | | | |
| 6 | 27.2429 | 0.4630 | 49.68 | 1.77250 | 1.79193 |
| 7 | 5.2483 | 2.5615 | | | |
| 8 | -9.7628 | 0.4630 | 55.48 | 1.69680 | 1.71234 |
| 9 | 8.3146 | 1.0185 | | | |
| 10 | 10.9307 | 1.3890 | 23.88 | 1.84666 | 1.89381 |
| 11 | 67.3650 | (d11=可変) | | | |
| *12 | 12.7044 | 2.5000 | 59.38 | 1.58313 | 1.59529 |
| 13 | -27.5350 | (d13=可変) | | | |
| 14 | 12.9379 | 0.4630 | 23.88 | 1.84666 | 1.89381 |
| 15 | 6.0663 | 0.2870 | | | |
| 16 | 6.9707 | 3.4260 | 59.38 | 1.58313 | 1.59529 |
| *17 | -12.7424 | 6.9500 | | | |
| 18 | ∞ | 4.9075 | 64.14 | 1.51633 | 1.52621 |
| 19 | ∞ | (B f) | | | |

(変倍における可変間隔)

f 4.97697 37.55736
d5 0.70000 11.77069

☆d11 13.41850 2.34781
d13 5.30000 5.18893
☆ B f 0.8859 0.9970

(非球面データ)

| | k | C ₂ | C ₄ |
|-----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 12面 | 3.9673 | 0.0000 | -0.36411×10 ⁻³ |
| | C ₆ | C ₈ | C ₁₀ |
| | -0.36187×10 ⁻⁶ | -0.16171×10 ⁻⁶ | 0.19847×10 ⁻⁸ |
| | k | C ₂ | C ₄ |

*の値を掲げる。表(2)において、fは焦点距離を、F_{NO}はFナンバーを、2ωは画角を、B fはバックフォーカスを表す。さらに、左端の数字は物体側からの各レンズ面の順序を、rは各レンズ面の曲率半径を、dは各レンズ面間隔を、n(D)およびνはd線(λ=587.6nm)に対する屈折率およびアッペ数を示している。また、n(G)はg線(λ=435.8nm)に対する屈折率を示している。

【0039】非球面は、光軸に垂直な方向の高さをy、高さyにおける光軸方向の変位量をS(y)、基準の曲率半径をR、円錐係数をk、n次の非球面係数をC_nとしたとき、以下の数式(b)で表される。

【数1】

| | | | |
|-----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 13 | | | |
| 17面 | 0.8785 | 0.0000 | -0.31390×10^{-4} |
| | C_6 | C_8 | C_{10} |
| | -0.51471×10^{-5} | -0.25317×10^{-6} | -0.69516×10^{-9} |

(条件対応値)

| | |
|-------|---------|
| fW = | 4.98 |
| fT = | 37.56 |
| f1 = | 22.806 |
| f2 = | -4.627 |
| f3 = | 15.257 |
| f4 = | 17.569 |
| R31 = | 12.7044 |
| L = | 2.5 |
| D = | 6.0 |

(防振データ)

広角端

望遠端

第3レンズ群の光軸

直交方向の移動量 (mm) 0.20 (=ΔS3) 0.20 (=ΔS3)

像の移動量 (mm) 0.190 0.190

【0041】図5および図6は、それぞれ広角端における諸収差図および望遠端における諸収差図である。各収差図において、F_{No}はFナンバーを、Yは像高を、Dはd線(λ=587.6nm)を、Gはg線(λ=435.8nm)をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。各収差図から明らかに、本実施例では、防振時も含めて諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0042】

【効果】以上説明したように、本発明によれば、防振機能を備え、小型で高性能な、写真用およびビデオ用等に好適なズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの構成を示す図である。

【図2】図1の第1実施例の広角端における諸収差図で

| | |
|-------------------------------------|---------|
| (1) f3 / (fW · fT) ^{1/2} = | 1.116 |
| (2) f3 / f4 = | 0.868 |
| (3) ΔS3 / f3 = | 0.013 |
| (4) R31 / f3 = | 0.833 |
| (5) L / f3 = | 0.164 |
| (6) N+ = | 1.58313 |
| (7) v+ = | 59.38 |
| (8) f2 / f1 = | 0.203 |
| (9) q+ = | 0.369 |
| (10) ΔS3 / D = | 0.0333 |

20

ある。

【図3】図1の第1実施例の望遠端における諸収差図である。

【図4】本発明の第2実施例にかかるズームレンズの構成を示す図である。

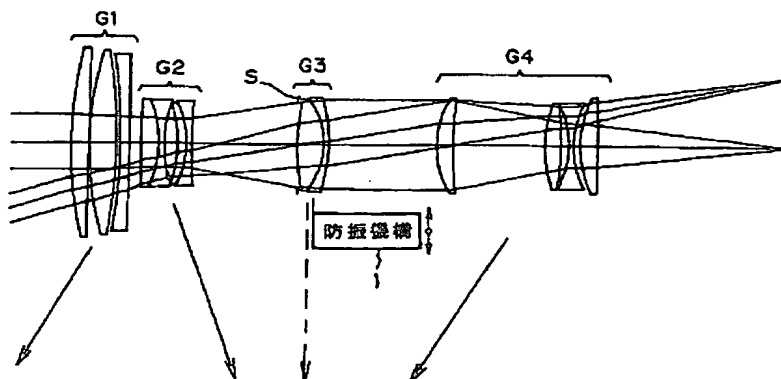
【図5】図4の第2実施例の広角端における諸収差図である。

【図6】図4の第2実施例の望遠端における諸収差図である。

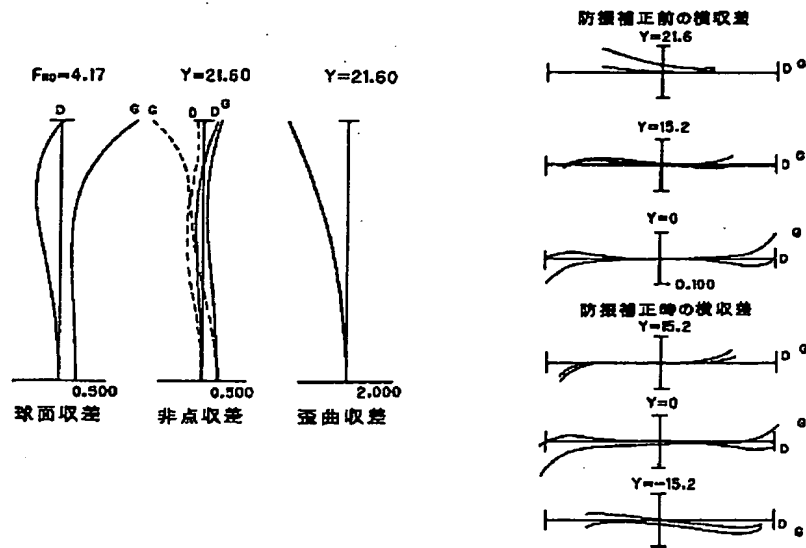
【符号の説明】

| | |
|----|------------|
| G1 | 第1レンズ群 |
| G2 | 第2レンズ群 |
| G3 | 第3レンズ群 |
| G4 | 第4レンズ群 |
| 1 | 変位手段(防振機構) |
| S | 開口絞り |

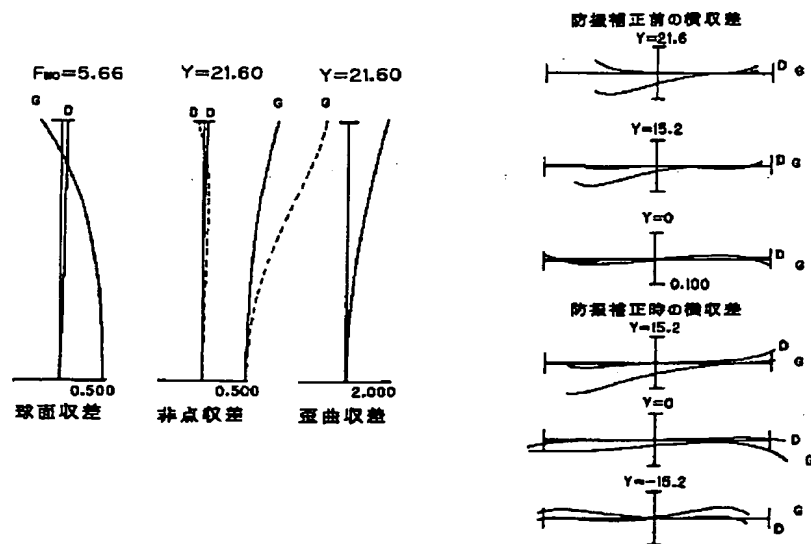
【図1】



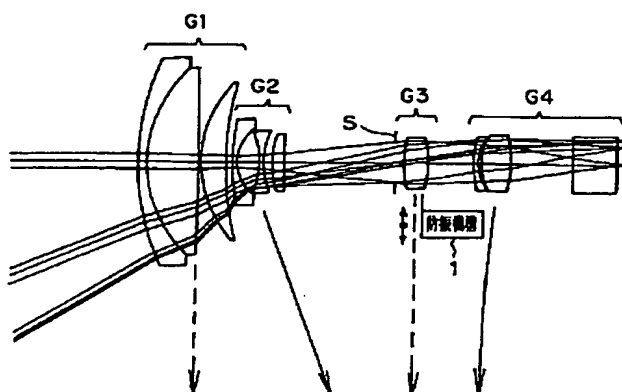
【図2】



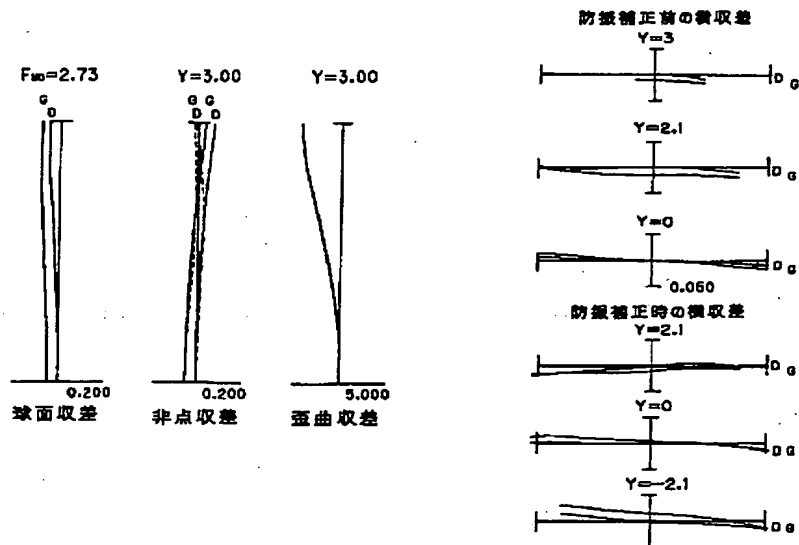
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

